

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-208421

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 2001-001533

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 09.01.2001

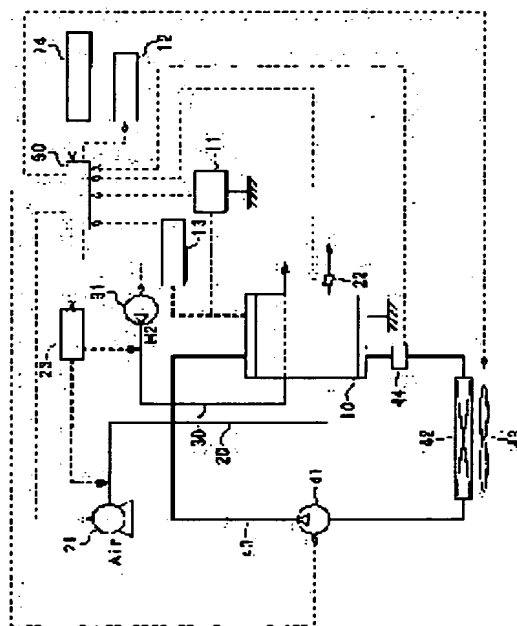
(72)Inventor : SASAKI HIROKUNI
HOTTA NAOTO

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system which can eliminate moisture inside the fuel cell after its operation is stopped in a fuel cell system used under a low temperature condition.

SOLUTION: After a normal operation of a fuel cell 10 is stopped, dry oxygen is supplied to an oxygen electrode of the fuel cell 10 and dry hydrogen to a hydrogen electrode. Each output voltage of a plurality of cells structuring the fuel cell 10 is detected by a cell monitor 13, based on which, wet condition inside the fuel cell 10 is detected indirectly then at least dry hydrogen supply is controlled according to the wet condition inside the fuel cell 10. After the supply of the dry hydrogen is stopped, dry air heated higher than the temperature inside the fuel cell 10 is supplied to the oxygen electrode.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素極に供給される水素と酸素極に供給される酸素とを電気化学反応させて電力を得る燃料電池(10)を備える燃料電池システムであって、前記酸素極に供給される酸素が通過する空気経路(20)と、前記水素極に供給される水素が通過する水素経路(30)とを備え、前記燃料電池(10)の通常運転停止後、前記空気経路(20)に乾燥酸素を供給するとともに前記水素経路(30)に乾燥水素を供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 燃料電池(10)内の湿潤状態を検出する湿潤状態検出手段を備え、前記湿潤状態検出手段により検出した前記燃料電池(10)内の湿潤状態に基づいて、少なくとも前記乾燥水素の供給を停止することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記湿潤状態検出手段は、前記燃料電池(10)を構成する複数のセルの各出力電圧を検出するセルモニタ(13)であり、前記燃料電池(10)内の湿潤状態は、前記セルモニタ(13)にて検出したセル出力電圧に基づいて間接的に検出されることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記乾燥水素の供給停止後、前記空気経路(20)に前記燃料電池(10)内部の温度より高温に加熱された乾燥ガスを供給することを特徴とする請求項2または請求項3に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びボータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

【0002】

【従来の技術】従来より、水素と酸素(空気)との電気化学反応を利用して発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムが知られている。例えば車両用等の駆動源として考えられている高分子電解質型燃料電池では、0℃以下の低温状態では、電極近傍に存在している水分が凍結して反応ガスの拡散を阻害したり、電解質膜の電気伝導率が低下するという問題がある。

【0003】このような低温環境下で燃料電池を起動する際、凍結による反応ガス経路の目詰まりあるいは電解質膜への反応ガス(水素および空気)の進行・到達の阻害により、燃料ガスを供給しても電気化学反応が進行せず、燃料電池を起動できないという問題がある。さらに、反応ガス経路内で結露した水分の凍結によるガス経路の閉塞も生ずる。

【0004】燃料電池を車両用として用いる場合には、あらゆる環境下における始動性が重要となる。このため、従来においては、燃焼式ヒータ等により流体を加熱し、その加熱された流体(温水)を燃料電池に供給することにより、燃料電池を加熱昇温(暖機)して燃料電池を起動するシステムが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような起動方法では、燃料電池の熱容量が大きいため昇温に多大な時間を要することとなり、燃料電池を短時間で起動させることが難しい。また、暖機用加熱源としてヒータ等が必要となるため、燃料電池システムを搭載スペースに制約のある車両用として用いる場合には体格の面でも問題となる。

【0006】従って、燃料電池内部での凍結を防止して低温起動性を向上させるためには、低温環境下に凍結する水分を予め燃料電池内部から除去しておくことが望まれる。

【0007】本発明は、上記問題点を鑑み、低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止後、燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水素極に供給される水素と酸素極に供給される酸素とを電気化学反応させて電力を得る燃料電池(10)を備える燃料電池システムであって、酸素極に供給される酸素が通過する空気経路(20)と、水素極に供給される水素が通過する水素経路(30)とを備え、燃料電池(10)の通常運転停止後、空気経路(20)に乾燥酸素を供給するとともに水素経路(30)に乾燥水素を供給することを特徴としている。

【0009】このように、燃料電池(10)に乾燥空気および乾燥水素を供給して、仮の運転を行うことで、水素極側に残留する水分は、電解質膜中を水素イオンとともに酸素極側に随伴移動する。これにより、低温環境下における凍結を防止するために、燃料電池(10)の水素極側の残留水分を除去することができる。なお、乾燥空気および乾燥水素は、燃料電池(10)に供給される空気および水素に加湿を行わないことで得ることができ、構成部品を増加させることなく水素極側の水分除去を達成できる。なお、本明細書中における「酸素」には、空気中に含まれた状態の酸素を含む。

【0010】また、請求項2に記載の発明では、燃料電池(10)内の湿潤状態を検出する湿潤状態検出手段を備え、湿潤状態検出手段により検出した燃料電池(10)内の湿潤状態に基づいて、少なくとも乾燥水素の供給を停止することを特徴としている。これにより、必要以上に水素極側の水分除去制御を行うことがない。

【0011】また、請求項3に記載の発明では、湿潤状態検出手段は、燃料電池(10)を構成する複数のセルの各出力電圧を検出するセルモニタ(13)であり、燃料電池(10)内の湿潤状態は、セルモニタ(13)にて検出したセル出力電圧に基づいて間接的に検出されることを特徴としている。

【0012】燃料電池(10)内部の湿潤状態とセル出力電圧との間には相関関係があるため、このようにセルモニタ(13)にてセル出力電圧を検出することで、精度よく水素極側の湿潤状態を間接的に検出することができる。また、燃料電池(10)を構成する各セルの出力電圧を検出するセルモニタ(13)は、燃料電池システムに通常備えられているものであり、構成部品を増加させることなく燃料電池(10)内部の湿潤状態を検出することができる。

【0013】また、請求項4に記載の発明では、乾燥水素の供給停止後、空気経路(20)に燃料電池(10)内部の温度より高温に加熱された乾燥ガスを供給することを特徴としている。これにより、酸素極側の水分を除去することができ、燃料電池内部を完全に乾燥させることができる。従って、低温環境下においても燃料電池内部の凍結を回避することができ、低温起動性の優れた燃料電池システムを提供することができる。

【0014】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図1～図3に基づいて説明する。本実施形態は、燃料電池システムを燃料電池を電源として走行する電気自動車(燃料電池車両)に適用したものである。

【0016】図1は、実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生する燃料電池(FCスタック)10を備えている。このFCスタック10は、車両走行用の電動モータ(負荷)11と2次電池12等の電気機器に電力を供給するものである。

【0017】FCスタック10では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり電気エネルギーが発生する。

(負極側) $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

(正極側) $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

本実施形態ではFCスタック10として固体高分子電解質型燃料電池を用いており、基本単位となるセルが複数積層されて構成されている。各セルは、電解質膜が一对の電極で挟まれた構成となっている。FCスタック10には、FCスタック10を構成する各セルの出力電圧を検出するセルモニタ(湿度検出手段)13が設けられている。後述のように、セルモニタ13にてセル出力電圧を検出することで、FCスタック10内部の湿潤状態

(あるいは乾燥状態)を間接的に検出することができる。

【0018】燃料電池システムには、FCスタック10の酸素極(正極)側に空気(酸素)を供給するための空気経路20と、FCスタック10の水素極(負極)側に水素を供給するための水素経路30が設けられている。空気経路20には空気供給用の空気圧送用コンプレッサ(ガス圧縮機)21が設けられている。水素経路30には水素供給用の水素ポンプ31が設けられている。

【0019】発電時における電気化学反応のために、FCスタック10内の電解質膜を水分を含んだ湿潤状態にしておく必要がある。このため、燃料電池システムには水が蓄えられた加湿装置23が設けられており、通常運転時には、加湿装置23により空気経路20の空気および水素経路30の水素に加湿が行われ、FCスタック10には加湿された空気および水素が供給される。これにより、FCスタック10内部は湿潤状態で作動することとなる。また、酸素極側では上記電気化学反応により水分が生成する。

【0020】また、後述の水分除去運転時には、FCスタック10には、加湿されない乾燥空気と加湿されない乾燥水素が供給される。これらの乾燥ガスは、FCスタック10内に残留する水分を除去するために、できるだけ低湿度であることが望ましく、少なくともFCスタック10内の湿度より低湿度である必要がある。

【0021】ところで、FCスタック10の電解質膜の乾燥が進行すると、FCスタック10の発電効率が悪くなって、FCスタック10を構成する各セルの出力電圧が低下する。従って、FCスタック10内部の乾燥状態(湿潤状態)とセル出力電圧の間には相関関係があり、上記セルモニタ13にてセル出力電圧を検出することで、精度よくFCスタック10内部の湿潤状態を間接的に検出することができる。

【0022】FCスタック10は発電に伴い発熱を生じる。このため、燃料電池システムには、FCスタック10を冷却して作動温度が電気化学反応に適温(80℃程度)となるよう冷却システム40～44が設けられている。

【0023】冷却システムには、FCスタック10に冷却水(熱媒体)を循環させる冷却水経路40、冷却水を循環させるウォータポンプ41、ファン43を備えたラジエータ42が設けられている。FCスタック10で発生した熱は、冷却水を介してラジエータ42で系外に排出される。冷却水経路40におけるFCスタック10の下流側には、FCスタック10の発熱量(温度)を検出するための温度センサ44が設けられている。このような冷却系によって、ウォータポンプ41による流量制御、ラジエータ42およびファン43による風量制御で冷却調温を行うことができる。

【0024】本実施形態の燃料電池システムには各種制

御を行う制御部（ECU）50が設けられている。制御部50には、負荷11からの要求電力信号、セルモニタ13からのセル出力電圧、外気温センサ14からの外気温信号、湿度・温度センサ22からの湿度・温度信号、温度センサ44からの温度信号等が入力される。また、制御部50は、2次電池12、空気圧送コンプレッサ21、加湿装置23、水素ポンプ31、ウォーターポンプ41、ラジエータファン44等に制御信号を出力するように構成されている。

【0025】以下、上記構成の燃料電池システムの作動を図2、図3に基づいて説明する。図2は燃料電池システムの通常運転停止後における水分除去運転時の作動を示すフローチャートであり、図3は水分除去運転時におけるFCスタック10内部での水分移動状態を示している。

【0026】まず、燃料電池システムの通常運転における作動について説明する。負荷11からの電力要求に応じて、FCスタック10への空気（酸素）および水素の供給が行われる。FCスタック10では電気化学反応により発電が起こり、発電した電力は負荷11に供給される。

【0027】また、FCスタック10では発電に伴う発熱が起こる。FCスタック10では、作動時に安定出力を得るためにFCスタック10本体を定温（80℃程度）に維持する必要があるため、冷却水経路40を流れる冷却水によりFCスタック10の冷却が行われる。

【0028】燃料電池システムでは、電気化学反応の進行に際してFCスタック10の電解質膜を湿潤状態に保つため、空気経路20を流れる空気および水素経路30を流れる水素を加湿した上で、FCスタック10に供給している。加湿は、加湿装置23に貯蔵されている水を用いる。反応後のガスは、FCスタック10での電気化学反応による生成水を吸収した湿潤ガスとなり、外部に放出される。

【0029】このように、通常運転時には、FCスタック10内部は湿潤状態で作動しているため、FCスタック10の運転停止後、FCスタック10内部には水分が残留することになる。

【0030】次に、通常運転停止後に行うFCスタック10の水分除去制御を図2に基づいて説明する。本実施形態では、FCスタック10の酸素極側の水分除去に先立ち、FCスタック10の水素極側の水分除去を行うように構成されている。

【0031】まず、通常運転停止後にFCスタック10内の水分パージ（水分除去）が必要か否かを判定する（ステップS10）。水分パージを行うか否かの判定は、運転停止時の環境温度（外気温）や季節情報等を考慮して行う。すなわち、環境温度が0℃以下であるか、あるいは冬季等であり気温の低下が予測されるいった条件に基づいて水分パージの必要性についての判定を行

う。当然のことながら、夏場などの条件では凍結のおそれがないため、水分パージは必要とならない。

【0032】また、FCスタック10の運転停止時に、運転者によるFCスタック10停止時間の予想時間を入力するように構成してもよい。これは、FCスタック10の停止時に環境温度が氷結点以下であったとしても、FCスタック10の予熱が十分あるため、瞬時にFCスタック10が氷結点以下とはならず、しばらくは高温が維持されるためである。従って、10時間程度（一昼夜）の停止時間内であれば、運転停止時の残留水分パージを行う必要がない。

【0033】水分パージを行う必要があると判定された場合には、空気圧送コンプレッサ21および水素ポンプ31を作動させる（ステップS11）。このとき、FCスタック10は停止しているため、2次電池12からの電力供給によりポンプ21、31を作動させる。また、加湿装置23による供給空気および供給水素への加湿は行わない。これにより、空気経路20から加湿されない乾燥空気がFCスタック10の酸素極側に供給され、水素経路30から加湿されない乾燥水素がFCスタック10の水素極側に供給される（ステップS12）。

【0034】FCスタック10に乾燥空気および乾燥水素が供給されることにより、FCスタック10では電気化学反応が起こり発電する。これにより、FCスタック10の水素極側の水分除去が行われる（ステップS13）。

【0035】すなわち、図3に示すように、FCスタック10の水素極10a側に残留する水分は、電解質膜10b中を水素イオンとともに酸素極10c側に随伴移動する。これにより水素極10a側に残留した水分は失われ、水素極10a側は乾燥に向かうこととなる。また、水素極10aに供給された乾燥水素は水素極10aに残留する水分を含んで湿潤ガスとなって系外に排出されるため、これによっても水素極10aの水分除去および乾燥を進行させることができる。

【0036】但し、FCスタック10の酸素極10c側には、電気化学反応により生成した水分と水素極10a側より移動した水分とが存在することとなる。水素極の水分除去時において、酸素極側に乾燥空気を供給しているので、酸素極10c側においても乾燥空気は水分を含んで湿潤ガスとなり系外に排出される。

【0037】このように、FCスタック10に乾燥空気および乾燥水素を供給して、FCスタック10の仮の運転を行うことで、FCスタック10の水素極側の水分を除去して乾燥させることができる。なお、FCスタック10は仮の運転により発電するが、自動車としての駆動動力としては必要ないため、電力は本水分除去制御を行うための空気圧送コンプレッサ21や水素ポンプ31等の補機動力として用いられる。

【0038】次に、セルモニタ13によりFCスタック

10を構成する各セルの出力電圧を検出し(ステップS14)、FCスタック10内の残留水分が除去できたか否かを判定する(ステップS15)。上述のようにFCスタック10内の湿潤状態とセル出力電圧とは相関関係があるので、セルモニタ13にて検出したセル出力電圧が所定電圧より低い場合には、水素極が充分乾燥していると判定することができる。

【0039】この結果、FCスタック10内に残留水分が存在している場合には、上記ステップS11～S14の水分除去制御を繰り返す。一方、FCスタック10の水素極側に残留水分が存在していない場合には、FCスタック10の酸素極側に存在する残留水分の水分除去制御を行う(ステップS16)。

【0040】FCスタック10の酸素極側における残留水分の除去は、例えば空気経路20より乾燥した温風空気を酸素極に供給することで行うことができる。このように、酸素極に乾燥温風を供給することで、酸素極の水分を蒸発させて除去することができる。温風は、空気圧送コンプレッサ21の断熱圧縮により生じる発熱で得ることができる。

【0041】酸素極側に供給する水分パージ用の温風温度は、最低限FCスタック10本体の温度より高くする必要がある。さらに、水分を蒸発させるために、温風温度はできるだけ高温であることが望ましいが、FCスタック10の耐熱温度(約100℃)の関係から、150℃程度以下であることが望ましい。

【0042】以上、本実施形態によれば、FCスタック10の運転停止後、FCスタック10内の水分を乾燥除去することができるため、低温環境下においても内部凍結を回避することができる。従って、ガス経路20、30およびFCスタック10内での目詰まりを起こすことがないため、低温起動性の優れた燃料電池システムを提供することができる。

【0043】また、本実施形態によれば、通常運転停止後、水素および空気を加湿しないでFCスタック10に供給し、FCスタック10の仮の運転を行うだけで、水素極側の水分除去を行うことができる。このため、水素側の水分除去は、新たな構成部品を必要とせず、簡単な制御により実現できる。

【0044】また、温風によりFCスタック10内の水分パージを行う場合に、水素極側の温風パージの必要はなくなり、酸素極側に残留する水分の温風パージのみでFCスタック10内の完全乾燥を実現することができる。このため、システムの簡素化を図ることができる。

【0045】以上のように、水素極側の水分除去に際して温風パージを行わない利点は、以下の2点である。第1に、水素極側の温風パージを空気により行う場合には、水素極側に残留する水素と供給されたパージ用温風(空気)とが電解質膜上に担持された触媒上にて触媒燃焼することにより局所的な燃焼が起こり、触媒を損傷する可能性がある。第2に、水素極側の温風パージに水素を用いる場合には、酸素極側の空気パージとの同時進行により電気化学反応が起こり、新たな生成水が発生することとなって、水分除去の目的が達成できない。従って、FCスタック10の水素極側の水分除去は、本実施形態のように温風パージによらない水分除去方法が望ましい。

【0046】(他の実施形態)上記実施形態では、ステップS16において、コンプレッサ21の断熱圧縮により供給空気を加熱したが、これに限らず、空気加熱用のヒータを設け、これにより空気を加熱して温風を得るように構成してもよい。

【0047】また、上記ステップS16の酸素極側の水分除去では、加熱された乾燥空気を酸素極に供給したが、これに限らず、例えば窒素等の空気以外の乾燥ガスを酸素極に供給するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概略図である。

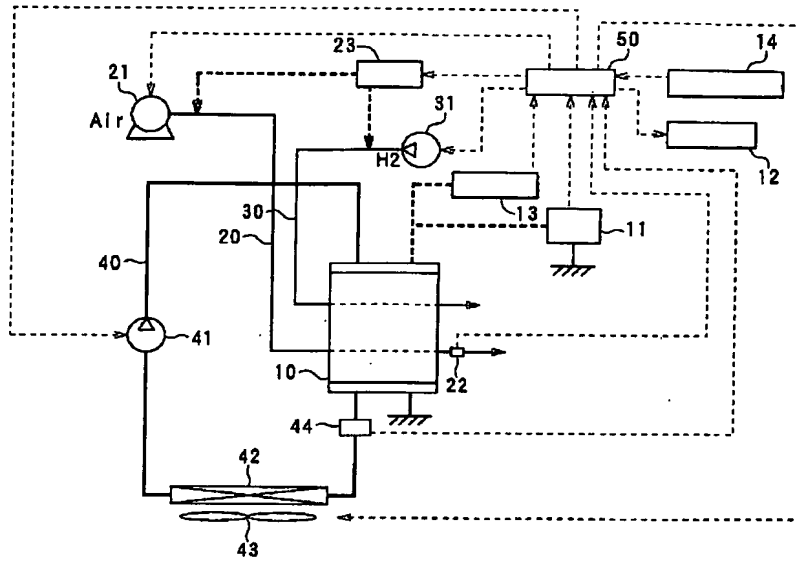
【図2】図1の燃料電池システムの水分除去制御時の作動を示すフローチャートである。

【図3】燃料電池内部の水分移動状態を示す概略図である。

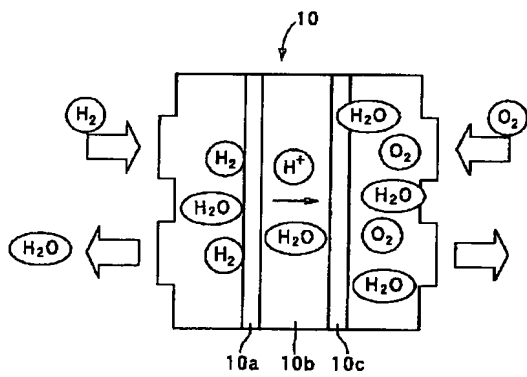
【符号の説明】

10…燃料電池(FCスタック)、13…セルモニタ(湿度検出手段)、20…空気経路、21…空気圧送コンプレッサ、30…水素経路、50…制御部。

【図1】



【図3】



【図2】

